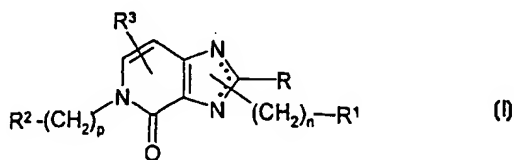


**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>C07D 471/04, A61K 31/435 // (C07D 471/04, 235:00, 221:00)</b>		<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/20416</b>
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	13. April 2000 (13.04.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP99/06655</b>		(DE). BERNOTAT-DANIELOWSKI, Sabine [DE/DE]; Liebigstrasse 5, D-61231 Bad Nauheim (DE). MELZER, Guido [DE/DE]; Mörikestrasse 6, D-65719 Hofheim (DE). ANZALI, Soheila [IR/DE]; Am Alten Berg 13, D-64342 Seeheim-Jugenheim (DE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 9. September 1999 (09.09.99)			
(30) Prioritätsdaten: 198 45 153.9      1. Oktober 1998 (01.10.98)      DE		(74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GMBH; Post- fach, D-64271 Darmstadt (DE).	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MERCK PATENT GMBH [DE/DE]; Postfach, D-64271 Darmstadt (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(71) Anmelder (nur für US): GANTE, Helga (Erbin des verstor- benen Erfinders) [DE/DE]; Stormstrasse 4, D-64291 Darm- stadt (DE).			
(72) Erfinder: GANTE, Joachim (verstorben).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEDERSKI, Werner [DE/DE]; Am Ohlenberg 29, D-64390 Erzhausen (DE). JURASZYK, Horst [DE/DE]; Kleiner Ring 14, D-64342 Seeheim-Jugenheim (DE). WURZIGER, Hanns [DE/DE]; Greinstrasse 7b, D-64291 Darmstadt (DE). DORSCH, Dieter [DE/DE]; Königsberger Strasse 17A, D-64372 Ober-Ramstadt (DE). BUCHSTALLER, Hans-Peter [DE/DE]; Heinrichstrasse 54, D-64331 Weiterstadt		Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	

(54) Title: IMIDAZO[4,5-C]-PYRIDINE-4-ONE DERIVATIVES WITH FACTOR XA INHIBITING EFFECT

(54) Bezeichnung: IMIDAZO[4,5-C]-PYRIDIN-4-ON-DERIVATE MIT FAKTOR XA HEMMENDER WIRKUNG



## (57) Abstract

The invention relates to novel compounds of formula (I), wherein R, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, n and p have the meaning defined in claim 1. Said compounds are inhibitors of clotting factor Xa and can be used for the prophylaxis and/or therapy of thrombo-embolic disorders.

## (57) Zusammenfassung

Neue Verbindungen der Formel (I), worin R, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, n und p die in Patentanspruch 1 angegebene Bedeutung haben, sind Inhibitoren des Koagulationsfaktors Xa und können zur Prophylaxe und/oder Therapie von thromboembolischen Erkrankungen eingesetzt werden.

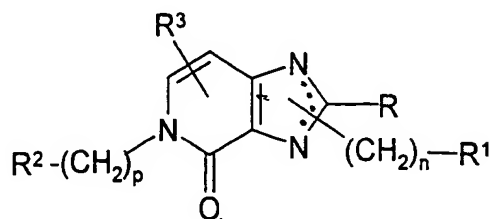
### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## IMIDAZOL[4,5-C]-PYRIDIN-4-ON-DERIVATE MIT FAKTOR XA HEMMENDER WIRKUNG

Die Erfindung betrifft Verbindungen der Formel I



worin

R H, unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1-6 C-Atomen oder Cycloalkyl mit 3-6 C-Atomen,

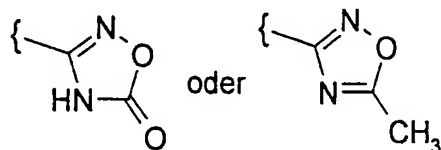
R¹ Ar,

R² Ar',

R³ H, R, R⁴, Hal, CN, COOH, COOA oder CONH₂,

Ar, Ar' jeweils unabhängig voneinander unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach durch R, OH, Hal, CN, NO₂, CF₃, NH₂, NHR, NR₂, Pyrrolidin-1-yl, Piperidin-1-yl, Benzyloxy, SO₂NH₂, SO₂NHR, SO₂NR₂, -CONHR, -CONR₂, -(CH₂)ₙ-NH₂, -(CH₂)ₙ-NHR, -(CH₂)ₙ-NR₂, -O-(CH₂)ₙ-NH₂, -O-(CH₂)ₙ-NHR, -O-(CH₂)ₙ-NR₂, R⁴ oder zusammen durch -O-(CH₂)ₘ-O- substituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,

R⁴ unsubstituiertes oder einfach durch -COR, -COOR, -OH oder durch eine konventionelle Aminoschutzgruppe substituiertes -C(=NH)-NH₂ oder -NH-C(=NH)-NH₂, -C(=O)-N=C(NH₂)₂,



A Alkyl mit 1-4 C-Atomen,

Hal F, Cl, Br oder I,

m 1 oder 2,

n 0, 1, 2 oder 3,  
p 0 oder 1 bedeutet,  
sowie deren Salze.

5 Gegenstand der Erfindung sind auch die optisch aktiven Formen, die Racemate, die Diastereomeren sowie die Hydrate und Solvate, z.B. Alkoholate, dieser Verbindungen.

10 Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue Verbindungen mit wertvollen Eigenschaften aufzufinden, insbesondere solche, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden können.

15 Es wurde gefunden, daß die Verbindungen der Formel I und ihre Salze bei guter Verträglichkeit sehr wertvolle pharmakologische Eigenschaften besitzen. Insbesondere zeigen sie Faktor Xa inhibierende Eigenschaften und können daher zur Bekämpfung und Verhütung von thromboembolischen Erkrankungen wie Thrombose, myocardialen Infarkt, Arteriosklerose, Entzündungen, Apoplexie, Angina pectoris, Restenose nach Angioplastie und Claudicatio intermittens eingesetzt werden.

20 Die erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I können weiterhin Inhibitoren der Gerinnungsfaktoren Faktor VIIa, Faktor IXa und Thrombin der Blutgerinnungskaskade sein.

25 Aromatische Amidinderivate mit antithrombotischer Wirkung sind z.B. aus der EP 0 540 051 B1 bekannt. Cyclische Guanidine zur Behandlung thromboembolischer Erkrankungen sind z.B. in der WO 97/08165 beschrieben. Aromatische Heterocyclen mit Faktor Xa inhibitorischer Aktivität sind z.B. aus der WO 96/10022 bekannt. Substituierte N-[(Aminoimino-  
30 methyl)phenylalkyl]-azaheterocyclylamide als Faktor Xa Inhibitoren sind in WO 96/40679 beschrieben.

35 Der antithrombotische und antikoagulierende Effekt der erfindungsgemäßen Verbindungen wird auf die inhibierende Wirkung gegenüber der aktivierten Gerinnungsprotease, bekannt unter dem Namen Faktor Xa, oder

auf die Hemmung anderer aktivierter Serinproteasen wie Faktor VIIa, Faktor IXa oder Thrombin zurückgeführt.

5 Faktor Xa ist eine der Proteasen, die in den komplexen Vorgang der Blutgerinnung involviert ist. Faktor Xa katalysiert die Umwandlung von Prothrombin in Thrombin. Thrombin spaltet Fibrinogen in Fibrinmonomere, die nach Quervernetzung elementar zur Thrombusbildung beitragen. Eine Aktivierung von Thrombin kann zum Auftreten von thromboembolischen Erkrankungen führen. Eine Hemmung von Thrombin kann jedoch die in die  
10 Thrombusbildung involvierte Fibrinbildung inhibieren.  
Die Messung der Inhibierung von Thrombin kann z.B. nach der Methode von G. F. Cousins et al. in *Circulation* **1996**, 94, 1705-1712 erfolgen.

15 Eine Inhibierung des Faktors Xa kann somit verhindern, daß Thrombin gebildet wird.  
Die erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I sowie ihre Salze greifen durch Inhibierung des Faktors Xa in den Blutgerinnungsprozeß ein und hemmen so die Entstehung von Thromben.

20 Die Inhibierung des Faktors Xa durch die erfindungsgemäßen Verbindungen und die Messung der antikoagulierenden und antithrombotischen Aktivität kann nach üblichen in vitro- oder in vivo-Methoden ermittelt werden.  
Ein geeignetes Verfahren wird z.B. von J. Hauptmann et al. in *Thrombosis and Haemostasis* **1990**, 63, 220-223 beschrieben.

25 Die Messung der Inhibierung von Faktor Xa kann z.B. nach der Methode von T. Hara et al. in *Thromb. Haemostas.* **1994**, 71, 314-319 erfolgen.

30 Der Gerinnungsfaktor VIIa initiiert nach Bindung an Tissue Faktor den extrinsischen Teil der Gerinnungskaskade und trägt zur Aktivierung des Faktors X zu Faktor Xa bei. Eine Inhibierung von Faktor VIIa verhindert somit die Entstehung des Faktors Xa und damit eine nachfolgende Thrombinbildung.

35 Die Inhibierung des Faktors VIIa durch die erfindungsgemäßen Verbindungen und die Messung der antikoagulierenden und antithrombotischen Aktivität kann nach üblichen in vitro- oder in vivo-Methoden ermittelt wer-

den. Ein übliches Verfahren zur Messung der Inhibierung von Faktor VIIa wird z.B. von H. F. Ronning et al. in *Thrombosis Research* 1996, 84, 73-81 beschrieben.

5 Der Gerinnungsfaktor IXa wird in der intrinsischen Gerinnungskaskade generiert und ist ebenfalls an der Aktivierung von Faktor X zu Faktor Xa beteiligt. Eine Inhibierung von Faktor IXa kann daher auf andere Weise verhindern, daß Faktor Xa gebildet wird.

10 Die Inhibierung von Faktor IXa durch die erfindungsgemäßen Verbindungen und die Messung der antikoagulierenden und antithrombotischen Aktivität kann nach üblichen in vitro- oder in vivo-Methoden ermittelt werden. Ein geeignetes Verfahren wird z.B. von J. Chang et al. in *Journal of Biological Chemistry* 1998, 273, 12089-12094 beschrieben.

15 Die Verbindungen der Formel I können als Arzneimittelwirkstoffe in der Human- und Veterinärmedizin eingesetzt werden, insbesondere zur Bekämpfung und Verhütung von thromboembolischen Erkrankungen wie Thrombose, myocardialen Infarkt, Arteriosklerose, Entzündungen, Apoplexie, Angina pectoris, Restenose nach Angioplastie und Claudicatio intermittens.

Gegenstand der Erfindung sind die Verbindungen der Formel I und ihre Salze sowie ein Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 sowie ihrer Salze, dadurch gekennzeichnet, daß man

25

a) sie aus einem ihrer funktionellen Derivate durch Behandeln mit einem solvolysierenden oder hydrogenolysierenden Mittel in Freiheit setzt, indem man

30

i) eine Amidinogruppe aus ihrem Oxadiazolderivat oder Oxazolidinonderivat durch Hydrogenolyse oder Solvolyse freisetzt,

35

ii) eine konventionelle Aminoschutzgruppe durch Behandeln mit einem solvolysierenden oder hydrogenolysierenden Mittel durch Wasserstoff ersetzt oder eine durch eine konventionelle Schutzgruppe geschützte Aminogruppe in Freiheit setzt,

oder

- 5      b)    in einer Verbindung der Formel I einen oder mehrere Rest(e)  $R$ ,  $R^1$ ,  $R^2$  und/oder  $R^3$  in einen oder mehrere Rest(e)  $R$ ,  $R^1$ ,  $R^2$  und/oder  $R^3$  umwandelt,

indem man beispielsweise

10      i)    eine Estergruppe zu einer Carboxygruppe hydrolysiert,

ii)    eine Nitrogruppe reduziert,

iii)    eine Aminogruppe acyliert,

15      iv)    eine Cyangruppe in eine Amidinogruppe

und/oder

- 20      c)    eine Base oder Säure der Formel I in eines ihrer Salze umwandelt.

Für alle Reste, die mehrfach auftreten, gilt, daß deren Bedeutungen unabhängig voneinander sind.

25      Vor- und nachstehend haben die Reste bzw. Parameter  $R$ ,  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  und  $n$  die bei der Formel I angegebenen Bedeutungen, falls nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

30       $R$  bedeutet Alkyl, ist unverzweigt (linear) oder verzweigt, und hat 1 bis 6, vorzugsweise 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atome.  $R$  bedeutet vorzugsweise Methyl, weiterhin Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl oder tert.-Butyl, ferner auch Pentyl, 1-, 2- oder 3-Methylbutyl, 1,1-, 1,2- oder 2,2-Dimethylpropyl, 1-Ethylpropyl, Hexyl, 1-, 2-, 3- oder 4-Methylpentyl, 1,1-, 1,2-, 1,3-, 2,2-, 2,3- oder 3,3-Dimethylbutyl, 1- oder 2-Ethylbutyl, 1-Ethyl-1-methylpropyl, 1-Ethyl-2-methylpropyl, 1,1,2- oder 1,2,2-Trimethylpropyl.

35       $R$  ist auch Cycloalkyl und bedeutet vorzugsweise Cyclopropyl, Cyclobutyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl oder Cycloheptyl.

R bedeutet weiterhin H.

A bedeutet Alkyl mit 1, 2, 3 oder 4 C-Atomen und bedeutet vorzugsweise Methyl, weiterhin Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl oder tert.-Butyl.

Hal bedeutet vorzugsweise F, Cl oder Br, aber auch I.

Ar und Ar' bedeuten jeweils unabhängig voneinander unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach durch R, OH, OR, Hal, CN, NO<sub>2</sub>, CF<sub>3</sub>, NH<sub>2</sub>, NHR, NR<sub>2</sub>, Pyrrolidin-1-yl, Piperidin-1-yl, Benzyloxy, SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>NHA, SO<sub>2</sub>NR<sub>2</sub>, Phenylsulfonamido, -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NH<sub>2</sub>, -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NHR, -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NR<sub>2</sub>, -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NH<sub>2</sub>, -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NHR, -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NR<sub>2</sub>, -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-O- oder R<sup>4</sup> substituiertes Phenyl, Benzodioxol-5-yl, Naphthyl oder Biphenyl, wobei einfach durch Amidino substituiertes Naphthyl oder Biphenyl bevorzugt ist. Bevorzugte Substituenten für Biphenyl sind Amidino, Fluor, SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> oder SO<sub>2</sub>NHR.

Ar und Ar' bedeuten jeweils unabhängig voneinander vorzugsweise unsubstituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl, weiterhin vorzugsweise z.B. durch Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl, Fluor, Chlor, Brom, Iod, Hydroxy, Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentyloxy, Hexyloxy, Cyan, Nitro, Trifluormethyl, Amino, Methylamino, Ethylamino, Dimethylamino, Diethylamino, Pyrrolidin-1-yl, Piperidin-1-yl, Benzyloxy, Sulfonamido, Methylsulfonamido, Ethylsulfonamido, Propylsulfonamido, Butylsulfonamido, Dimethylsulfonamido, Phenylsulfonamido, Aminomethyl, Aminoethyl, N-Methylaminomethyl, N-Ethylaminomethyl, N,N-Dimethylaminomethyl, Aminomethyloxy, Aminoethyloxy oder R<sup>4</sup> mono-, di- oder trisubstituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl, ferner Benzodioxolyl.

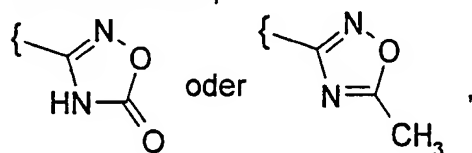
Ar und Ar' bedeuten daher, jeweils unabhängig voneinander, ganz besonders bevorzugt z.B. o-, m- oder p-Tolyl, o-, m- oder p-Ethylphenyl, o-, m- oder p-Propylphenyl, o-, m- oder p-Isopropylphenyl, o-, m- oder p-tert.-Butylphenyl, o-, m- oder p-Hydroxyphenyl, o-, m- oder p-Nitrophenyl, o-, m- oder p-Aminophenyl, o-, m- oder p-(N-Methylamino)-phenyl, o-, m- oder p-(N-Methylaminocarbonyl)-phenyl, o-, m- oder p-Acetamidophenyl, o-, m- oder p-Methoxyphenyl, o-, m- oder p-Ethoxyphenyl, o-, m- oder p-(N,N-Dimethylamino)-phenyl, o-, m- oder p-(N,N-Dimethylaminocarbonyl)-phenyl,



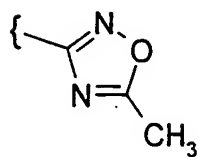
o-, m- oder p-(N-Ethylamino)-phenyl, o-, m- oder p-(N,N-Diethylamino)-phenyl, o-, m- oder p-Fluorphenyl, o-, m- oder p-Bromphenyl, o-, m- oder p-Chlorphenyl, o-, m- oder p-(Methylsulfonamido)-phenyl, o-, m- oder p-Amidinophenyl, 7-Amidino-2-naphthyl, 2'-Amidino-biphenyl-3-yl, 3-Fluor-2'-sulfamoyl-biphenyl-4-yl, 3-Fluor-2'-N-tert.-butyl-sulfamoyl-biphenyl-4-yl, 2'-Sulfamoyl-biphenyl-4-yl, 2'-N-tert.-Butyl-sulfamoyl-biphenyl-4-yl, o-, m- oder p-(Pyrrolidin-1-yl)-phenyl, o-, m- oder p-(Piperidin-1-yl)-phenyl, o-, m- oder p-{5-Methyl-[1,2,4]-oxadiazol-3-yl}}-phenyl, 7-{5-Methyl-[1,2,4]-oxadiazol-3-yl}}-naphth-2-yl, o-, m- oder p-{5-Oxo-[1,2,4]-oxadiazol-3-yl}}-phenyl, 7-{5-Oxo-[1,2,4]-oxadiazol-3-yl}}-naphth-2-yl, weiter bevorzugt 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,4- oder 3,5-Difluorphenyl, 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,4- oder 3,5-Dichlorphenyl, 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,4- oder 3,5-Dibromphenyl, 2,4- oder 2,5-Dinitrophenyl, 2,5- oder 3,4-Dimethoxyphenyl, 3-Nitro-4-chlorphenyl, 3-Amino-4-chlor-, 2-Amino-3-chlor-, 2-Amino-4-chlor-, 2-Amino-5-chlor- oder 2-Amino-6-chlorphenyl, 2-Nitro-4-N,N-dimethylamino- oder 3-Nitro-4-N,N-dimethylaminophenyl, 2,3-Diaminophenyl, 2,3,4-, 2,3,5-, 2,3,6-, 2,4,6- oder 3,4,5-Trichlorphenyl, 2,4,6-Trimethoxyphenyl, 2-Hydroxy-3,5-dichlorphenyl, p-Iodphenyl, 3,6-Dichlor-4-aminophenyl, 4-Fluor-3-chlorphenyl, 2-Fluor-4-bromphenyl, 2,5-Difluor-4-bromphenyl, 3-Brom-6-methoxyphenyl, 3-Chlor-6-methoxyphenyl, 3-Chlor-4-acetamidophenyl, 3-Fluor-4-methoxyphenyl, 3-Amino-6-methylphenyl, 3-Chlor-4-acetamidophenyl oder 2,5-Dimethyl-4-chlorphenyl.

R<sup>3</sup> bedeutet vorzugsweise z.B. H, Hal, COOH, COOA oder CONH<sub>2</sub>.

R<sup>4</sup> bedeutet vorzugsweise z.B. unsubstituiertes -C(=NH)-NH<sub>2</sub>, -NH-C(=NH)-NH<sub>2</sub>, -C(=O)-N=C(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, das auch einfach durch OH substituiert sein kann,

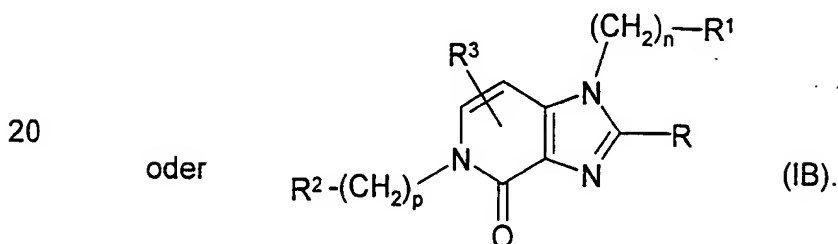
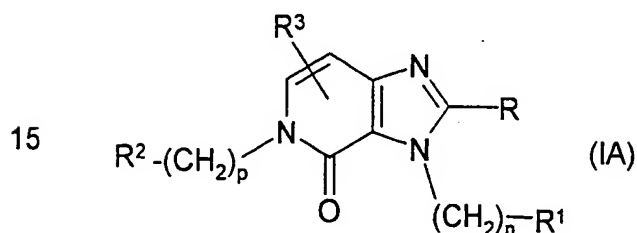
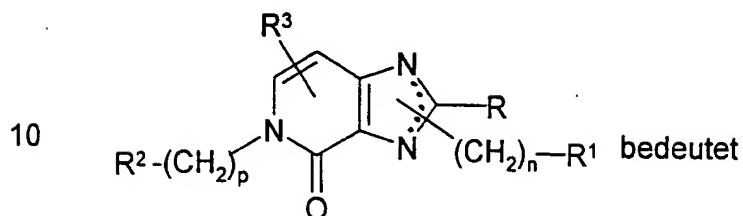


ganz besonders bevorzugt unsubstituiertes -C(=NH)-NH<sub>2</sub> oder



5 m bedeutet 1 oder 2.

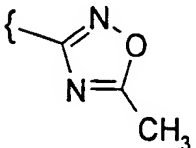
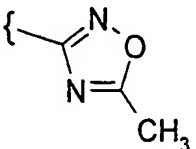
n bedeutet vorzugsweise 0 oder 1, ferner auch 2 oder 3.

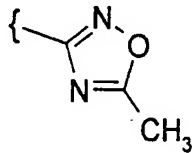


25 Die Verbindungen der Formel I können ein oder mehrere chirale Zentren besitzen und daher in verschiedenen stereoisomeren Formen vorkommen. Die Formel I umschließt alle diese Formen.

30 Dementsprechend sind Gegenstand der Erfindung insbesondere diejenigen Verbindungen der Formel I, in denen mindestens einer der genannten Reste eine der vorstehend angegebenen bevorzugten Bedeutungen hat. Einige bevorzugte Gruppen von Verbindungen können durch die folgenden Teilformeln Ia bis Ii ausgedrückt werden, die der Formel I entsprechen und worin die nicht näher bezeichneten Reste die bei der Formel I angegebene Bedeutung haben, worin jedoch

35 in Ia Ar einfach durch R<sup>4</sup> substituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,

		bedeutet;
	in Ib	Ar' einfach durch R <sup>4</sup> substituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,
		bedeutet;
5	in Ic	Ar, Ar' jeweils unabhängig voneinander einfach durch R <sup>4</sup> substituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,
		bedeutet;
	in Id	Ar, Ar' jeweils unabhängig voneinander einfach durch
10		-CONR <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> oder R <sup>4</sup> substituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,
		bedeutet;
	in Ie	R <sup>3</sup> H, R, Hal, COOH oder COOA,
		bedeutet;
15	in If	R <sup>4</sup> -C(=NH)-NH <sub>2</sub> oder
		
20		bedeutet;
	in Ig	n 1
		bedeutet;
	in Ih	R H, unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1-6 C-Atomen oder Cycloalkyl mit 3-6 C-Atomen,
25		R <sup>1</sup> Ar,
		R <sup>2</sup> Ar',
		R <sup>3</sup> H, R, Hal, COOH oder COOA,
	Ar, Ar'	jeweils unabhängig voneinander einfach durch -CONR <sub>2</sub> ,
30		SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> oder R <sup>4</sup> substituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,
		R <sup>4</sup> -C(=NH)-NH <sub>2</sub> oder
35		

	A	Alkyl mit 1-4 C-Atomen,
	Hal	F, Cl, Br oder I,
	m	1 oder 2,
5	n	0, 1, 2 oder 3
	bedeutet,	
in li	R	H, unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1-6 C- Atomen oder Cycloalkyl mit 3-6 C-Atomen,
	R <sup>1</sup>	Ar,
10	R <sup>2</sup>	Ar',
	R <sup>3</sup>	H, R, Hal, COOH oder COOA,
	Ar, Ar'	jeweils unabhängig voneinander einfach durch R <sup>4</sup> sub- stituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,
15	R <sup>4</sup>	-C(=NH)-NH <sub>2</sub> oder
		
20	A	Alkyl mit 1-4 C-Atomen,
	Hal	F, Cl, Br oder I,
	m	1 oder 2,
	n	0, 1, 2 oder 3,
25	p	0 oder 1
	bedeutet.	

Die Verbindungen der Formel I und auch die Ausgangsstoffe zu ihrer Herstellung werden im übrigen nach an sich bekannten Methoden hergestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart) be-

30 beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

Die Ausgangsstoffe können, falls erwünscht, auch in situ gebildet werden, so daß man sie aus dem Reaktionsgemisch nicht isoliert, sondern sofort weiter zu den Verbindungen der Formel I umsetzt.

5 Verbindungen der Formel I können vorzugsweise erhalten werden, indem man Verbindungen der Formel I aus einem ihrer funktionellen Derivate durch Behandeln mit einem solvolysierenden oder hydrogenolysierenden Mittel in Freiheit setzt.

10 Bevorzugte Ausgangsstoffe für die Solvolyse bzw. Hydrogenolyse sind solche, die sonst der Formel I entsprechen, aber anstelle einer oder mehrerer freier Amino- und/oder Hydroxygruppen entsprechende geschützte Amino- und/oder Hydroxygruppen enthalten, vorzugsweise solche, die an-  
15 stelle eines H-Atoms, das mit einem N-Atom verbunden ist, eine Aminoschutzgruppe tragen, insbesondere solche, die anstelle einer HN-Gruppe eine R'-N-Gruppe tragen, worin R' eine Aminoschutzgruppe bedeutet, und/oder solche, die anstelle des H-Atoms einer Hydroxygruppe eine Hydroxyschutzgruppe tragen, z.B. solche, die der Formel I entsprechen, jedoch anstelle einer Gruppe -COOH eine Gruppe -COOR" tragen,  
20 worin R" eine Hydroxyschutzgruppe bedeutet.

Bevorzugte Ausgangsstoffe sind auch die Oxadiazolderivate, die in die entsprechenden Amidinoverbindungen überführt werden können.

Die Freisetzung der Amidinogruppe aus ihrem Oxadiazolderivat kann z.B.  
25 durch Behandeln mit Wasserstoff in Gegenwart eines Katalysators (z.B. Raney-Nickel) erfolgen. Als Lösungsmittel eignen sich die nachfolgend angegebenen, insbesondere Alkohole wie Methanol oder Ethanol, organische Säuren wie Essigsäure oder Propionsäure oder Mischungen daraus. Die Hydrogenolyse wird in der Regel bei Temperaturen zwischen etwa 0  
30 und 100° und Drucken zwischen etwa 1 und 200 bar, bevorzugt bei 20-30° (Raumtemperatur) und 1-10 bar durchgeführt.

Die Einführung der Oxadiazolgruppe gelingt z.B. durch Umsetzung der  
35 Cyanverbindungen mit Hydroxylamin und Reaktion mit Phosgen, Dialkylcarbonat, Chlorameisensäureester, N,N'-Carbonyldiimidazol oder Acetanhydrid.

Es können auch mehrere - gleiche oder verschiedene - geschützte Amino- und/oder Hydroxygruppen im Molekül des Ausgangsstoffes vorhanden sein. Falls die vorhandenen Schutzgruppen voneinander verschieden sind, können sie in vielen Fällen selektiv abgespalten werden.

Der Ausdruck "Aminoschutzgruppe" ist allgemein bekannt und bezieht sich auf Gruppen, die geeignet sind, eine Aminogruppe vor chemischen Umsetzungen zu schützen (zu blockieren), die aber leicht entfernbar sind, nachdem die gewünschte chemische Reaktion an anderen Stellen des Moleküls durchgeführt worden ist. Typisch für solche Gruppen sind insbesondere unsubstituierte oder substituierte Acyl-, Aryl-, Aralkoxymethyl- oder Aralkylgruppen. Da die Aminoschutzgruppen nach der gewünschten Reaktion (oder Reaktionsfolge) entfernt werden, ist ihre Art und Größe im übrigen nicht kritisch; bevorzugt werden jedoch solche mit 1-20, insbesondere 1-8 C-Atomen. Der Ausdruck "Acylgruppe" ist im Zusammenhang mit dem vorliegenden Verfahren in weitestem Sinne aufzufassen. Er umschließt von aliphatischen, araliphatischen, aromatischen oder heterocyclischen Carbonsäuren oder Sulfonsäuren abgeleitete Acylgruppen sowie insbesondere Alkoxycarbonyl-, Aryloxycarbonyl- und vor allem Aralkoxycarbonylgruppen. Beispiele für derartige Acylgruppen sind Alkanoyl wie Acetyl, Propionyl, Butyryl; Aralkanoyl wie Phenylacetyl; Aroyl wie Benzoyl oder Toluyl; Aryloxyalkanoyl wie POA; Alkoxycarbonyl wie Methoxycarbonyl, Ethoxycarbonyl, 2,2,2-Trichlorethoxycarbonyl, BOC (tert.-Butyloxycarbonyl), 2-Iodethoxycarbonyl; Aralkyloxycarbonyl wie CBZ ("Carbobenzoxy"), 4-Methoxybenzyloxycarbonyl, FMOC; Arylsulfonyl wie Mtr. Bevorzugte Aminoschutzgruppen sind BOC und Mtr, ferner CBZ, Fmoc, Benzyl und Acetyl.

Der Ausdruck "Hydroxyschutzgruppe" ist ebenfalls allgemein bekannt und bezieht sich auf Gruppen, die geeignet sind, eine Hydroxygruppe vor chemischen Umsetzungen zu schützen, die aber leicht entfernbar sind, nachdem die gewünschte chemische Reaktion an anderen Stellen des Moleküls durchgeführt worden ist. Typisch für solche Gruppen sind die oben genannten unsubstituierten oder substituierten Aryl-, Aralkyl- oder Acylgruppen, ferner auch Alkylgruppen. Die Natur und Größe der Hydroxy-

schutzgruppen ist nicht kritisch, da sie nach der gewünschten chemischen Reaktion oder Reaktionsfolge wieder entfernt werden; bevorzugt sind Gruppen mit 1-20, insbesondere 1-10 C-Atomen. Beispiele für Hydroxyschutzgruppen sind u.a. Benzyl, 4-Methoxybenzyl, p-Nitrobenzoyl, p-Toluolsulfonyl, tert.-Butyl und Acetyl, wobei Benzyl und tert.-Butyl besonders bevorzugt sind.

Das In-Freiheit-Setzen der Verbindungen der Formel I aus ihren funktionellen Derivaten gelingt - je nach der benutzten Schutzgruppe - z. B. mit starken Säuren, zweckmäßig mit TFA oder Perchlorsäure, aber auch mit anderen starken anorganischen Säuren wie Salzsäure oder Schwefelsäure, starken organischen Carbonsäuren wie Trichloressigsäure oder Sulfonsäuren wie Benzol- oder p-Toluolsulfonsäure. Die Anwesenheit eines zusätzlichen inerten Lösungsmittels ist möglich, aber nicht immer erforderlich. Als inerte Lösungsmittel eignen sich vorzugsweise organische, beispielsweise Carbonsäuren wie Essigsäure, Ether wie Tetrahydrofuran oder Dioxan, Amide wie DMF, halogenierte Kohlenwasserstoffe wie Dichlormethan, ferner auch Alkohole wie Methanol, Ethanol oder Isopropanol, sowie Wasser. Ferner kommen Gemische der vorgenannten Lösungsmittel in Frage. TFA wird vorzugsweise im Überschuß ohne Zusatz eines weiteren Lösungsmittels verwendet, Perchlorsäure in Form eines Gemisches aus Essigsäure und 70 %iger Perchlorsäure im Verhältnis 9:1. Die Reaktionstemperaturen für die Spaltung liegen zweckmäßig zwischen etwa 0 und etwa 50°, vorzugsweise arbeitet man zwischen 15 und 30° (Raumtemperatur).

Die Gruppen BOC, OBut und Mtr können z. B. bevorzugt mit TFA in Dichlormethan oder mit etwa 3 bis 5n HCl in Dioxan bei 15-30° abgespalten werden, die FMOC-Gruppe mit einer etwa 5- bis 50 %igen Lösung von Dimethylamin, Diethylamin oder Piperidin in DMF bei 15-30°.

Hydrogenolytisch entfernbare Schutzgruppen (z. B. CBZ, Benzyl oder die Freisetzung der Amidinogruppe aus ihrem Oxadiazolderivat)) können z. B. durch Behandeln mit Wasserstoff in Gegenwart eines Katalysators (z. B. eines Edelmetallkatalysators wie Palladium, zweckmäßig auf einem Träger wie Kohle) abgespalten werden. Als Lösungsmittel eignen sich dabei die oben angegebenen, insbesondere z. B. Alkohole wie Methanol oder Ethanol.

5      nol oder Amide wie DMF. Die Hydrogenolyse wird in der Regel bei Temperaturen zwischen etwa 0 und 100° und Drucken zwischen etwa 1 und 200 bar, bevorzugt bei 20-30° und 1-10 bar durchgeführt. Eine Hydrogenolyse der CBZ-Gruppe gelingt z. B. gut an 5 bis 10 %igem Pd/C in Methanol oder mit Ammoniumformiat (anstelle von Wasserstoff) an Pd/C in Methanol/DMF bei 20-30°.

10      Als inerte Lösungsmittel eignen sich z.B. Kohlenwasserstoffe wie Hexan, Petrolether, Benzol, Toluol oder Xylol; chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Trichlorethylen, 1,2-Dichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Trifluormethylbenzol, Chloroform oder Dichlormethan; Alkohole wie Methanol, Ethanol, Isopropanol, n-Propanol, n-Butanol oder tert.-Butanol; Ether wie Diethylether, Diisopropylether, Tetrahydrofuran (THF) oder Dioxan; Glykolether wie Ethylenglykolmonomethyl- oder -monoethylether (Methylglykol oder Ethylglykol), Ethylenglykoldimethylether (Diglyme); Ketone wie Aceton oder Butanon; Amide wie Acetamid, Dimethylacetamid, N-Methylpyrrolidon (NMP) oder Dimethylformamid (DMF); Nitrile wie Acetonitril; Sulfoxide wie Dimethylsulfoxid (DMSO); Schwefelkohlenstoff; Carbonsäuren wie Ameisensäure oder Essigsäure; Nitroverbindungen wie Nitromethan oder Nitrobenzol; Ester wie Ethylacetat oder Gemische der genannten Lösungsmittel.

25      Die Biphenyl-SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>-Gruppe wird vorzugsweise in Form ihres tert.-Butylderivates eingesetzt. Die Abspaltung der tert.-Butylgruppe erfolgt z.B. mit TFA mit oder ohne Zusatz eines inerten Lösungsmittels, vorzugsweise unter Zusatz einer geringen Menge an Anisol (1 Vol %).

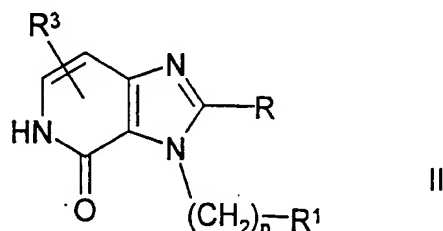
30      Die Umwandlung einer Cyangruppe in eine Amidinogruppe erfolgt durch Umsetzung mit z.B. Hydroxylamin und anschließender Reduktion des N-Hydroxyamidins mit Wasserstoff in Anwesenheit eines Katalysators wie z.B. Pd/C.

35      Zur Herstellung eines Amidins der Formel I (z.B. Ar = einfach durch C(=NH)-NH<sub>2</sub> substituiertes Phenyl) kann man an ein Nitril auch Ammoniak anlagern. Die Anlagerung erfolgt bevorzugt mehrstufig, indem man in an sich bekannter Weise a) das Nitril mit H<sub>2</sub>S in ein Thioamid umwandelt, das mit einem Alkylierungsmittel, z.B. CH<sub>3</sub>I, in den entsprechenden S-Alkyl-

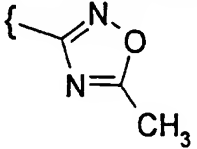


imidothioester übergeführt wird, welcher seinerseits mit  $\text{NH}_3$  zum Amidin reagiert, b) das Nitril mit einem Alkohol, z.B. Ethanol in Gegenwart von  $\text{HCl}$  in den entsprechenden Imidoester umwandelt und diesen mit Ammoniak behandelt, oder c) das Nitril mit Lithium-bis-(trimethylsilyl)-amid umsetzt und das Produkt anschließend hydrolysiert.

Die Einführung der Reste  $\text{R}^2$  bzw.  $-(\text{CH}_2)_n\text{R}^1$  in das Dihydro-imidazo[4,5-c]-pyridin-4-on-System erfolgt nach üblichen Alkylierungsmethoden. So kann man z.B. eine Verbindung der Formel II



worin R die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat und  $\text{R}^1$  und  $\text{R}^3$  jeweils einen solchen Rest bedeuten, der nicht alkylierbar ist, wie z.B. für  $\text{R}^1$

einen durch  substituierten Phenyl- oder Naphthylrest,

mit einer Verbindung der Formel III



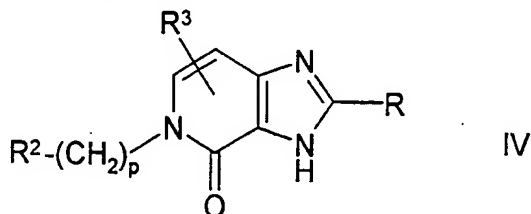
worin L Cl, Br, I oder eine freie oder reaktionsfähig funktionell abgewandelte OH-Gruppe bedeutet, und p 1 bedeutet, umsetzen und erhält durch dieses Verfahren Verbindungen der Formel (IA).

L bedeutet vorzugsweise Cl, Br, I oder eine reaktionsfähig abgewandelte OH-Gruppe wie z.B. ein aktivierter Ester, ein Imidazolid oder Alkylsulfonyloxy mit 1-6 C-Atomen (bevorzugt Methylsulfonyloxy) oder Arylsulfonyloxy mit 6-10 C-Atomen (bevorzugt Phenyl- oder p-Tolylsulfonyloxy).

Als Lösungsmittel eignen sich die oben angeführten. Die Reaktion erfolgt in Gegenwart eines säurebindenden Mittels vorzugsweise eines Alkali- oder Erdalkalimetall-hydroxids, -carbonats oder -bicarbonats oder eines anderen Salzes einer schwachen Säure der Alkali- oder Erdalkalimetalle, vorzugsweise des Kaliums, Natriums, Calciums oder Cäsiums. Auch der Zusatz einer organischen Base wie Triethylamin, Dimethylanilin, Pyridin oder Chinolin kann günstig sein. Die Reaktionszeit liegt je nach den angewendeten Bedingungen zwischen einigen Minuten und 14 Tagen, die Reaktionstemperatur zwischen etwa 0° und 150°, normalerweise zwischen 20° und 130°.

In Verbindungen mit  $p = 0$ , wird  $R^2$  über ein Boronsäurederivat eingeführt.

Analog kann auch zuerst  $R^2-(CH_2)_p-$ , worin  $p = 1$  ist, in das Dihydroimidazo[4,5-c]pyridin-4-on-System eingeführt werden und anschließend eine Verbindung der Formel IV



worin  $p = 1$  ist und  $R$  die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat und  $R^2$  und  $R^3$  jeweils einen solchen Rest bedeuten, der nicht alkylierbar ist, mit einer Verbindung der Formel V



umgesetzt werden.

In den Verbindungen der Formel V bedeutet  $R^1$  einen nicht alkylierbaren Rest, wie z.B. einen durch 5-Methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl substituierten Phenylrest und  $L$  hat die Bedeutung wie in den Verbindungen der Formel III. Man erhält durch dieses Verfahren Verbindungen der Formel (IA) und/oder (IB).

Es ist ferner möglich, eine Verbindung der Formel I in eine andere Verbindung der Formel I umzuwandeln, indem man einen oder mehrere Rest(e)  $R$ ,  $R^1$ ,  $R^2$  und/oder  $R^3$  in einen oder mehrere Rest(e)  $R$ ,  $R^1$ ,  $R^2$ ,

und/oder R<sup>3</sup> umwandelt, z.B. indem man eine Aminogruppe acyliert oder Nitrogruppen (beispielsweise durch Hydrierung an Raney-Nickel oder Pd-Kohle in einem inerten Lösungsmittel wie Methanol oder Ethanol) zu Aminogruppen reduziert.

5

Ester können z.B. mit Essigsäure oder mit NaOH oder KOH in Wasser, Wasser-THF oder Wasser-Dioxan bei Temperaturen zwischen 0 und 100° verseift werden.

10

Ferner kann man freie Aminogruppen in üblicher Weise mit einem Säurechlorid oder -anhydrid acylieren oder mit einem unsubstituierten oder substituierten Alkylhalogenid alkylieren, zweckmäßig in einem inerten Lösungsmittel wie Dichlormethan oder THF und /oder in Gegenwart einer Base wie Triethylamin oder Pyridin bei Temperaturen zwischen -60 und +30°.

15

20

Eine Base der Formel I kann mit einer Säure in das zugehörige Säureadditionssalz übergeführt werden, beispielsweise durch Umsetzung äquivalenter Mengen der Base und der Säure in einem inerten Lösungsmittel wie Ethanol und anschließendes Eindampfen. Für diese Umsetzung kommen insbesondere Säuren in Frage, die physiologisch unbedenkliche Salze liefern. So können anorganische Säuren verwendet werden, z.B. Schwefelsäure, Salpetersäure, Halogenwasserstoffsäuren wie Chlorwasserstoffsäure oder Bromwasserstoffsäure, Phosphorsäuren wie Orthophosphorsäure, Sulfaminsäure, ferner organische Säuren, insbesondere aliphatische, alicyclische, araliphatische, aromatische oder heterocyclische ein- oder mehrbasige Carbon-, Sulfon- oder Schwefelsäuren, z.B. Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Pivalinsäure, Diethylessigsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Pimelinsäure, Fumarsäure, Maleinsäure, Milchsäure, Weinsäure, Äpfelsäure, Citronensäure, Gluconsäure, Ascorbinsäure, Nicotinsäure, Isonicotinsäure, Methan- oder Ethansulfonsäure, Ethandisulfonsäure, 2-Hydroxyethansulfonsäure, Benzolsulfonsäure, p-Toluolsulfonsäure, Naphthalin-mono- und -disulfonsäuren, Laurylschwefelsäure. Salze mit physiologisch nicht unbedenklichen Säuren, z.B. Pikrate, können zur Isolierung und /oder Aufreinigung der Verbindungen der Formel I verwendet werden.

25

30

35

Andererseits können Verbindungen der Formel I mit Basen (z.B. Natrium- oder Kaliumhydroxid oder -carbonat) in die entsprechenden Metall-, insbesondere Alkalimetall- oder Erdalkalimetall-, oder in die entsprechenden Ammoniumsalze umgewandelt werden.

Auch physiologisch unbedenkliche organische Basen, wie z.B. Ethanolamin können verwendet werden.

Erfindungsgemäße Verbindungen der Formel I können aufgrund ihrer Molekülstruktur chiral sein und können dementsprechend in verschiedenen enantiomeren Formen auftreten. Sie können daher in racemischer oder in optisch aktiver Form vorliegen.

Da sich die pharmazeutische Wirksamkeit der Racemate bzw. der Stereoisomeren der erfindungsgemäßen Verbindungen unterscheiden kann, kann es wünschenswert sein, die Enantiomere zu verwenden. In diesen Fällen kann das Endprodukt oder aber bereits die Zwischenprodukte in enantiomere Verbindungen, durch dem Fachmann bekannte chemische oder physikalische Maßnahmen, aufgetrennt oder bereits als solche bei der Synthese eingesetzt werden.

Im Falle racemischer Amine werden aus dem Gemisch durch Umsetzung mit einem optisch aktiven Trennmittel Diastereomere gebildet. Als Trennmittel eignen sich z.B. optisch aktiven Säuren, wie die R- und S-Formen von Weinsäure, Diacetylweinsäure, Dibenzoylweinsäure, Mandelsäure, Äpfelsäure, Milchsäure, geeignet N-geschützte Aminosäuren (z.B. N-Benzoylprolin oder N-Benzolsulfonylprolin) oder die verschiedenen optisch aktiven Camphersulfonsäuren. Vorteilhaft ist auch eine chromatographische Enantiomerentrennung mit Hilfe eines optisch aktiven Trennmittels (z.B. Dinitrobenzoylphenylglycin, Cellulosetriacetat oder andere Derivate von Kohlenhydraten oder auf Kieselgel fixierte chiral derivatisierte Methacrylatpolymere). Als Laufmittel eignen sich hierfür wäßrige oder alkoholische Lösungsmittelgemische wie z.B. Hexan/Isopropanol/ Acetonitril z.B. im Verhältnis 82:15:3.

Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung der Verbindungen der Formel I und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze zur Her-

stellung pharmazeutischer Zubereitungen, insbesondere auf nicht-chemischem Wege. Hierbei können sie zusammen mit mindestens einem festen, flüssigen und/oder halbflüssigen Träger- oder Hilfsstoff und gegebenenfalls in Kombination mit einem oder mehreren weiteren Wirkstoffen in eine geeignete Dosierungsform gebracht werden.

Gegenstand der Erfindung sind ferner pharmazeutische Zubereitungen, enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel I und/oder eines ihrer physiologisch unbedenklichen Salze.

Diese Zubereitungen können als Arzneimittel in der Human- oder Veterinärmedizin verwendet werden. Als Trägerstoffe kommen organische oder anorganische Substanzen in Frage, die sich für die enterale (z.B. orale), parenterale oder topische Applikation eignen und mit den neuen Verbindungen nicht reagieren, beispielsweise Wasser, pflanzliche Öle, Benzylalkohole, Alkylenglykole, Polyethylenglykole, Glycerintriacetat, Gelatine, Kohlehydrate wie Lactose oder Stärke, Magnesiumstearat, Talk, Vaseline. Zur oralen Anwendung dienen insbesondere Tabletten, Pillen, Dragees, Kapseln, Pulver, Granulate, Sirupe, Säfte oder Tropfen, zur rektalen Anwendung Suppositorien, zur parenteralen Anwendung Lösungen, vorzugsweise ölige oder wässrige Lösungen, ferner Suspensionen, Emulsionen oder Implantate, für die topische Anwendung Salben, Cremes oder Puder. Die neuen Verbindungen können auch lyophilisiert und die erhaltenen Lyophilisate z.B. zur Herstellung von Injektionspräparaten verwendet werden. Die angegebenen Zubereitungen können sterilisiert sein und/oder Hilfsstoffe wie Gleit-, Konservierungs-, Stabilisierungs- und/oder Netzmittel, Emulgatoren, Salze zur Beeinflussung des osmotischen Druckes, Puffersubstanzen, Farb-, Geschmacks- und /oder mehrere weitere Wirkstoffe enthalten, z.B. ein oder mehrere Vitamine.

Die Verbindungen der Formel I und ihre physiologisch unbedenklichen Salze können bei der Bekämpfung und Verhütung von thromboembolischen Erkrankungen wie Thrombose, myocardialen Infarkt, Arteriosklerose, Entzündungen, Apoplexie, Angina pectoris, Restenose nach Angioplastie und Claudicatio intermittens verwendet werden.

Dabei werden die erfindungsgemäßen Substanzen in der Regel vorzugsweise in Dosierungen zwischen etwa 1 und 500 mg, insbesondere zwischen 5 und 100 mg pro Dosierungseinheit verabreicht. Die tägliche Dosierung liegt vorzugsweise zwischen etwa 0,02 und 10 mg/kg Körpergewicht. Die spezielle Dosis für jeden Patienten hängt jedoch von den verschiedensten Faktoren ab, beispielsweise von der Wirksamkeit der eingesetzten speziellen Verbindung, vom Alter, Körpergewicht, allgemeinen Gesundheitszustand, Geschlecht, von der Kost, vom Verabreichungszeitpunkt und -weg, von der Ausscheidungsgeschwindigkeit, Arzneistoffkombination und Schwere der jeweiligen Erkrankung, welcher die Therapie gilt. Die orale Applikation ist bevorzugt.

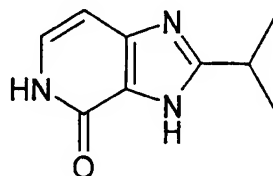
Vor- und nachstehend sind alle Temperaturen in °C angegeben. In den nachfolgenden Beispielen bedeutet "übliche Aufarbeitung": Man gibt, falls erforderlich, Wasser hinzu, stellt, falls erforderlich, je nach Konstitution des Endprodukts auf pH-Werte zwischen 2 und 10 ein, extrahiert mit Ethylacetat oder Dichlormethan, trennt ab, trocknet die organische Phase über Natriumsulfat, dampft ein und reinigt durch Chromatographie an Kieselgel und /oder durch Kristallisation. Rf-Werte an Kieselgel; Laufmittel: Ethylacetat/Methanol 9:1.

Massenspektrometrie (MS): EI (Elektronenstoß-Ionisation)  $M^+$

FAB (Fast Atom Bombardment)  $(M+H)^+$

#### Beispiel 1

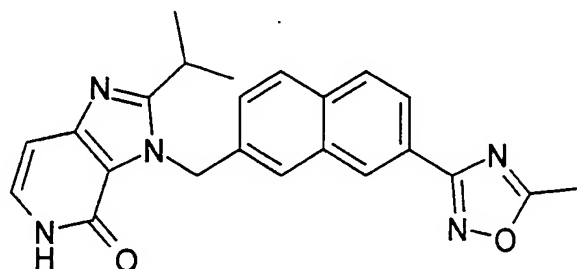
Zu 50,0 g 3,4-Diamino-2-chlorpyridin werden 140 mL Isobuttersäure und 250 mL rauchende Salzsäure gegeben. Das Reaktionsgemisch wird 7 Tage unter Rückfluß erhitzt. Man gießt in Eiswasser, trennt den ausgefallenen Niederschlag ab und erhält 2-Isopropyl-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]-pyridin-4-on ("AB"), F. 310-311° (Zersetzung), EI 177



"AB".

In der Mutterlauge befindet sich ein Gemisch aus "AB" und 4-Chloro-2-isopropyl-3H-imidazo[4,5-c]-pyridin.

Eine Lösung von 0,877 g "AB" und 0,691 g Kaliumcarbonat in 30 mL DMF wird 30 Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Man fügt 1,5 g 3-(7-Bromomethyl-naphthalin-2-yl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol (F. 149-150°) hinzu und rührt 16 Stunden nach und arbeitet wie üblich auf. Nach Chromatographie über Kieselgel erhält man neben den beiden regioisomeren Dialkylierungsprodukten die Verbindung 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on ("BB"), F. 214-215°, EI 399

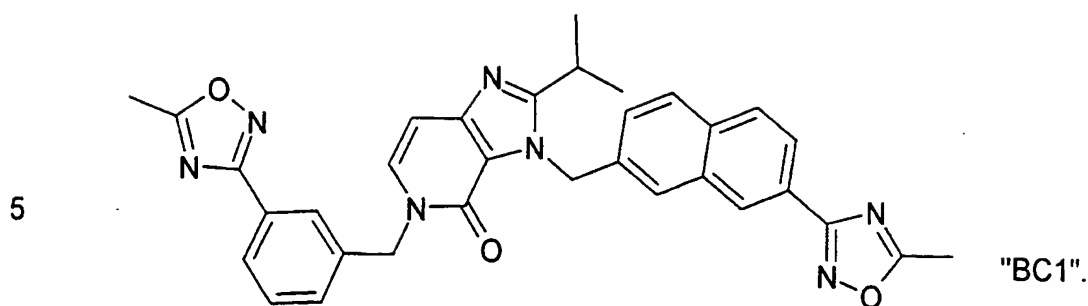


"BB"

Ein alternatives Verfahren führt wie folgt zu "BB" (analog Mederski et al., J. Med. Chem. 1994, 1632 ff):

Umsetzung von 3,4-Diamino-2-chlorpyridin mit Isobutyranhydrid zu N-(4-Amino-2-chloro-pyridin-3-yl)-isobutyramid. Die anschließende Umsetzung mit 3-(7-Bromomethyl-naphthalin-2-yl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol führt zu einem Gemisch aus 4-Chloro-2-isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-3*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin und N-(4-Amino-2-chloro-pyridin-3-yl)-N-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-isobutyramid. Beide Verbindungen werden zu "BB" umgesetzt.

Zu einer Lösung von 0,2 g "BB" in 10 mL DMF gibt man 62 mg Kaliumtertiärbutylat und rührt 30 Minuten. Anschließend fügt man 0,140 g 3-(3-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol dazu und rührt weitere 2 Stunden nach. Nach üblicher Aufarbeitung erhält man die Verbindung 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5-[3-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-3,5-dihydro-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on ("BC1"), F. 108-109°, EI 571



Analog erhält man durch Umsetzung von "BB" mit

- 10 3-(7-Bromomethyl-naphthalin-2-yl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,  
 3-(4-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,  
 3-(2-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,  
 Benzylbromid,  
 3-Dimethylaminocarbonyl-benzylbromid,  
 15 3'-(N-tert.-Butyl-sulfonamido)-biphenyl-3-yl-methylbromid,

die nachstehenden Verbindungen

- 20 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("BC2"), F. 201-202°;

- 25 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5-[4-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("BC3"), F. 172-173°;

- 30 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5-[2-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("BC4"), F. 149-150°;

- 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5-benzyl-5H-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("BC5"), F. 112-113°;

- 35 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5-(3-dimethylaminocarbonyl-benzyl)-5H-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("BC6"),



2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-yl-methyl]-5-[3'-(N-tert.-butyl-sulfonamido)-biphenyl-3-ylmethyl]-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on ("BC7"), FAB 639.

5 Beispiel 2

Alternatives Verfahren zur Herstellung von "BC1"

10 Durch Umsetzung von 3,4-Diamino-2-chlorpyridin mit Isobuttersäure und anschließend mit Di-(tert.-butoxy)-anhydrid (analog WO 97/21437, S. 44-45) erhält man ein Gemisch von 2-Isopropyl-3-tert.-butoxycarbonyl-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on und 2-Isopropyl-1-tert.-butoxycarbonyl-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on.

15 Das Gemisch der beiden Verbindungen wird analog Beispiel 1 mit 3-(3-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol umgesetzt und man erhält ein Gemisch der beiden Verbindungen

2-Isopropyl-3-tert.-butoxycarbonyl-5-[3-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-3,5-dihydro-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on und

20 2-Isopropyl-1-tert.-butoxycarbonyl-5-[3-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-1,5-dihydro-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on.

25 Nach Abspaltung der BOC-Schutzgruppen mit TFA in Dioxan und üblicher Aufarbeitung wird mit 3-(7-Bromomethyl-naphthalin-2-yl)-5-methyl-[1,2,4]-oxadiazol analog Beispiel 1 umgesetzt. Nach üblicher Aufarbeitung erhält man ein Gemisch regioisomerer Produkte, aus dem "BC1" durch Chromatographie abgetrennt wird.

Beispiel 3

30 Eine Lösung von 0,2 g "BC1" in 20 mL Methanol wird mit 100 mg Raney-Nickel und einem Tropfen Essigsäure versetzt und 8 Stunden bei Raumtemperatur hydriert. Der Katalysator wird abfiltriert, das Lösungsmittel entfernt und man erhält die Verbindung

35 2-Isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on, F. > 300° (Zersetzung), FAB 492.

Analog erhält man aus "BC2", "BC3", "BC4", "BC5", "BC6" und "BC7" die nachstehenden Verbindungen

5           2-Isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. > 300°, EI 166;

10           2-Isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. 208-209° (Zersetzung), FAB 492;

15           2-Isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. > 300°, FAB 492;

20           2-Isopropyl-3-[7-amidino-naphth-2-yl-methyl]-5-benzyl-5H-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. 206-207 (Zersetzung), FAB 450;

25           2-Isopropyl-3-[7-amidino-naphth-2-yl-methyl]-5-(3-dimethylamino-carbonyl-benzyl)-5H-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

30           2-Isopropyl-3-[7-amidino-naphth-2-yl-methyl]-5-[3'-(N-tert.-butyl-sulfonamido)-biphenyl-3-ylmethyl]-5H-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("DF").

35           Analog erhält man 3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. > 300°, FAB 450.

#### Beispiel 4

30           Analog Beispiel 1 erhält man durch Umsetzung von "AB" mit 3-(3-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol die Verbindung 2-Isopropyl-3-[3-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-5H-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("CA").

Durch Umsetzung von "CA" mit

35           3-(3-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,  
3-(7-Bromomethyl-naphthalin-2-yl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,

3-(4-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,  
3-(2-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,

5 erhält man die dialkylierten Imidazoderivate, die durch Hydrierung analog  
Beispiel 3 in die nachstehenden Verbindungen überführt werden

2-Isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-  
imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

10 2-Isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-  
3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-Isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-  
imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

15 2-Isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-  
imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

#### Beispiel 5

20

Durch Umsetzung von 3,4-Diamino-2-chlorpyridin analog Beispiel 1 mit  
den nachstehenden Carbonsäuren

Propionsäure,

25

Cyclopropylcarbonsäure,

anschließender Alkylierung der entstehenden Imidazoderivate analog den  
Beispielen 1 und 4 und Hydrierung analog Beispiel 3 erhält man die nach-  
stehenden Verbindungen

30

2-Ethyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-  
dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. 145°, FAB 478;

35

2-Ethyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(7-amidino-naphth-2-  
ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-Ethyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

5 2-Ethyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

2-Ethyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

10 2-Ethyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

15 2-Ethyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-Ethyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

20 2-Cyclopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-Cyclopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

25 2-Cyclopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

30 2-Cyclopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

2-Cyclopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

35 2-Cyclopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-Cyclopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

5 2-Cyclopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

Analog erhält man die Verbindungen

10 2-Isobutyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. 69-70°, FAB 506;

2-Methyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. 171-172°, FAB 464;

15 2-Butyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, F. 190-191°, FAB 506.

#### Beispiel 6

20 Durch Umsetzung von 3,4-Diamino-2-chlor-5-methoxycarbonylpyridin (F. 181-184°) analog Beispiel 1 mit Isobuttersäure erhält man 2-Isopropyl-3,5-dihydro-7-carboxy-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on. Die Carbonsäure wird nach üblichen Methoden zu 2-Isopropyl-3,5-dihydro-7-methoxycarbonyl-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on umgesetzt und anschließend analog den Beispielen 1  
25 und 4 alkyliert und analog Beispiel 3 hydriert. Dabei werden nachstehende Carbonsäurederivate erhalten

30 7-Carboxy-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

7-Carboxy-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

35 7-Carboxy-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

7-Carboxy-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

5 7-Carboxy-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

7-Carboxy-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

10 7-Carboxy-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

15 7-Carboxy-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

#### Beispiel 7

Durch Umsetzung von 3,4-Diamino-2-chlor-5-brompyridin (F. 206-208°) analog Beispiel 1 mit Isobuttersäure erhält man 2-Isopropyl-3,5-dihydro-7-brom-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on. Dieses wird anschließend analog den Beispielen 1 und 4 alkyliert und analog Beispiel 3 hydriert. Dabei werden nachstehende Verbindungen erhalten

25 7-Brom-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

7-Brom-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

30 7-Brom-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

35 7-Brom-2-isopropyl-3-(7-amidino-naphth-2-yl-methyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

7-Brom-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(3-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

5 7-Brom-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

7-Brom-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(4-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

10 7-Brom-2-isopropyl-3-(3-amidino-benzyl)-5-(2-amidino-benzyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

#### Beispiel 8

15 Durch Umsetzung von 2-Isopropyl-3,5-dihydro-7-brom-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on nach üblichen Methoden mit CuCN in DMF (Ellefson et al., J. Med. Chem. **1976**, 19) erhält man 2-Isopropyl-3,5-dihydro-7-cyan-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

20 Dieses wird anschließend verseift und analog den Beispielen 1 und 4 alkyliert und analog Beispiel 3 hydriert. Dabei werden die unter Beispiel 6 aufgeführten Carbonsäurederivate erhalten.

#### Beispiel 9

25 Analog Beispiel 1 erhält man durch Umsetzung von "AB" mit 3-(3-Bromomethyl-biphenyl-3'-yl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol, üblicher Aufarbeitung und Chromatographie die Verbindung 2-Isopropyl-3-[3'-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-biphenyl-3-yl-methyl]-5H-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on ("CD").

30 Durch Umsetzung von "CD" mit

3-(3-Bromomethylphenyl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,  
3-(3-Bromomethyl-biphenyl-3'-yl)-5-methyl-[1,2,4]oxadiazol,

35 und anschließender Hydrierung erhält man die nachstehenden Verbindungen

2-Isopropyl-3-[3'-amidino-biphenyl-3-yl-methyl]-5-(3-amidinobenzyl)-  
5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on und

5 2-Isopropyl-3-[3'-amidino-biphenyl-3-yl-methyl]-5-[3'-amidino-  
biphenyl-3-yl-methyl]-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on.

Analog erhält man die Verbindung

10 2-Isopropyl-3-[4'-amidino-biphenyl-3-yl-methyl]-5-benzyl-5*H*-imidazo[4,5-*c*]-  
pyridin-4-on, F. > 300°; EI 475.

#### Beispiel 10

15 Aus "DF" erhält man nach üblichen Methoden durch Abspaltung der tert.-  
Butylgruppe in TFA die Verbindung

2-Isopropyl-3-[7-amidino-naphth-2-yl-methyl]-3-(3'-sulfonamido-  
biphenyl-3-ylmethyl)-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on.

Analog erhält man die Verbindungen

20 2-Isopropyl-5-(3-amidino-benzyl)-3-(3'-sulfonamido-biphenyl-3-  
ylmethyl)-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on und

2-Isopropyl-5-(4-amidino-benzyl)-3-(3'-sulfonamido-biphenyl-3-  
ylmethyl)-5*H*-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on.

#### 25 Beispiel 11

Durch Umsetzung von 2-Isopropyl-3-[3-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-  
benzyl]-3,5-dihydro-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on mit 3-Cyan-phenylboron-  
säure unter Kupferacetatkatalyse in Dichlormethan erhält man 2-Isopropyl-  
30 3-[3-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-5-(3-cyanphenyl)-3,5-dihydro-  
imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on. Durch anschließende Umsetzung in Ethanol  
NaHCO<sub>3</sub> und danach mit Hydroxylammoniumchlorid erhält man 2-Iso-  
propyl-3-[3-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-benzyl]-5-(3-N-hydroxy-  
amidinophenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-*c*]pyridin-4-on.

35



Nach Hydrierung analog Beispiel 3 erhält man 2-Isopropyl-3-[3-amidinobenzyl]-5-(3-amidinophenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on, FAB 428.

5 Analog erhält man nachstehende Verbindungen

2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(3-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

10 2-tert.-Butyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(3-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-Butyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(3-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

15

2-Isobutyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(3-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

20 2-Isopropyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(4-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-tert.-Butyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(4-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

25 2-Butyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(4-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on,

2-Isobutyl-3-[7-(5-methyl-[1,2,4]oxadiazol-3-yl)-naphth-2-ylmethyl]-5-(4-cyanphenyl)-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]pyridin-4-on.

30

Durch Umsetzung mit Hydroxylammoniumchlorid und nachfolgender Hydrierung erhält man daraus die Diamidinverbindungen.

35

Die nachfolgenden Beispiele betreffen pharmazeutische Zubereitungen:

**Beispiel A: Injektionsgläser**

- 5 Eine Lösung von 100 g eines Wirkstoffes der Formel I und 5 g Dinatriumhydrogenphosphat wird in 3 l zweifach destilliertem Wasser mit 2 n Salzsäure auf pH 6,5 eingestellt, steril filtriert, in Injektionsgläser abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jedes Injektionsglas enthält 5 mg Wirkstoff.

10

**Beispiel B: Suppositorien**

- Man schmilzt ein Gemisch von 20 g eines Wirkstoffes der Formel I mit 100 g Sojalecithin und 1400 g Kakaobutter, gießt in Formen und läßt erkalten. Jedes Suppositorium enthält 20 mg Wirkstoff.

15

**Beispiel C: Lösung**

- Man bereitet eine Lösung aus 1 g eines Wirkstoffes der Formel I, 9,38 g  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , 28,48 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  und 0,1 g Benzalkoniumchlorid in 940 ml zweifach destilliertem Wasser. Man stellt auf pH 6,8 ein, füllt auf 1 l auf und sterilisiert durch Bestrahlung. Diese Lösung kann in Form von Augentropfen verwendet werden.

20

25 **Beispiel D: Salbe**

Man mischt 500 mg eines Wirkstoffes der Formel I mit 99,5 g Vaseline unter aseptischen Bedingungen.

30 **Beispiel E: Tabletten**

- Ein Gemisch von 1 kg Wirkstoff der Formel I, 4 kg Lactose, 1,2 kg Kartoffelstärke, 0,2 kg Talk und 0,1 kg Magnesiumstearat wird in üblicher Weise zu Tabletten verpreßt, derart, daß jede Tablette 10 mg Wirkstoff enthält.

35

**Beispiel F: Dragees**

5 Analog Beispiel E werden Tabletten gepreßt, die anschließend in üblicher Weise mit einem Überzug aus Saccharose, Kartoffelstärke, Talk, Tragant und Farbstoff überzogen werden.

**Beispiel G: Kapseln**

10 2 kg Wirkstoff der Formel I werden in üblicher Weise in Hartgelatine-kapseln gefüllt, so daß jede Kapsel 20 mg des Wirkstoffs enthält.

**Beispiel H: Ampullen**

15 Eine Lösung von 1 kg Wirkstoff der Formel I in 60 l zweifach destilliertem Wasser wird steril filtriert, in Ampullen abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jede Ampulle enthält 10 mg Wirkstoff.

20

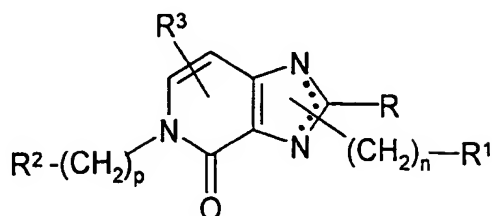
25

30

35

# Patentansprüche

## 1. Verbindungen der Formel I



worin

R H, unverzweigtes oder verzweigtes Alkyl mit 1-6 C-Atomen oder Cycloalkyl mit 3-6 C-Atomen,

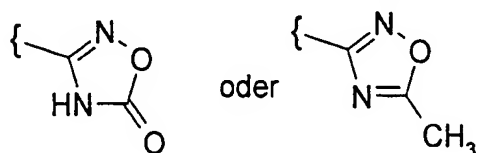
R<sup>1</sup> Ar,

R<sup>2</sup> Ar',

R<sup>3</sup> H, R, R<sup>4</sup>, Hal, CN, COOH, COOA oder CONH<sub>2</sub>,

Ar, Ar' jeweils unabhängig voneinander unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach durch R, OH, Hal, CN, NO<sub>2</sub>, CF<sub>3</sub>, NH<sub>2</sub>, NHR, NR<sub>2</sub>, Pyrrolidin-1-yl, Piperidin-1-yl, Benzyloxy, SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>NHR, SO<sub>2</sub>NR<sub>2</sub>, -CONHR, -CONR<sub>2</sub>, -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NH<sub>2</sub>, -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NHR, -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NR<sub>2</sub>, -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NH<sub>2</sub>, -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NHR, -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NR<sub>2</sub>, R<sup>4</sup> oder zusammen durch -O-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-O- substituiertes Phenyl, Naphthyl oder Biphenyl,

R<sup>4</sup> unsubstituiertes oder einfach durch -COR, -COOR, -OH oder durch eine konventionelle Aminoschutzgruppe substituiertes -C(=NH)-NH<sub>2</sub> oder -NH-C(=NH)-NH<sub>2</sub>, -C(=O)-N=C(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>,



A Alkyl mit 1-4 C-Atomen,

Hal F, Cl, Br oder I,

m            1 oder 2,  
n            0, 1, 2 oder 3,  
p            0 oder 1 bedeutet,  
sowie deren Salze.

5

2. Verbindungen gemäß Anspruch 1

a) 5-(3-Amidino-benzyl)-3-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-2-isopropyl-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]-pyridin-4-on;

10

b) 3,5-Bis-(7-amidino-naphth-2-ylmethyl)-2-isopropyl-3,5-dihydro-imidazo[4,5-c]-pyridin-4-on;

sowie deren Salze.

15

3. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 sowie ihrer Salze, dadurch gekennzeichnet, daß man

a) sie aus einem ihrer funktionellen Derivate durch Behandeln mit einem solvolysierenden oder hydrogenolysierenden Mittel in Freiheit setzt, indem man

20

i) eine Amidinogruppe aus ihrem Oxadiazolderivat oder Oxazolidinonderivat durch Hydrogenolyse oder Solvolyse freisetzt,

25

ii) eine konventionelle Aminoschutzgruppe durch Behandeln mit einem solvolysierenden oder hydrogenolysierenden Mittel durch Wasserstoff ersetzt oder eine durch eine konventionelle Schutzgruppe geschützte Aminogruppe in Freiheit setzt,

30

oder

35

- b) in einer Verbindung der Formel I einen oder mehrere Rest(e) R, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> und/oder R<sup>3</sup> in einen oder mehrere Rest(e) R, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> und/oder R<sup>3</sup> umwandelt,

5 indem man beispielsweise

i) eine Estergruppe zu einer Carboxygruppe hydrolysiert,

10 ii) eine Nitrogruppe reduziert,

iii) eine Aminogruppe acyliert,

iv) eine Cyangruppe in eine Amidinogruppe

15 und/oder

- c) eine Base oder Säure der Formel I in eines ihrer Salze umwandelt.

20 4. Verfahren zur Herstellung pharmazeutischer Zubereitungen, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verbindung der Formel I nach Anspruch 1 und/oder eines ihrer physiologischen unbedenklichen Salze zusammen mit mindestens einem festen, flüssigen oder halbflüssigen Träger- oder Hilfsstoff in eine geeignete Dosierungsform  
25 bringt.

5. Pharmazeutische Zubereitung, gekennzeichnet durch einen Gehalt an mindestens einer Verbindung der Formel I nach Anspruch 1 und/oder einem ihrer physiologisch unbedenklichen Salze.  
30

6. Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und ihre physiologisch unbedenklichen Salze oder Solvate als Arzneimittelwirkstoffe.

35 7. Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und ihre physiologisch unbedenklichen Salze zur Bekämpfung von Thrombosen, myocar-

dialem Infarkt, Arteriosklerose, Entzündungen, Apoplexie, Angina pectoris, Restenose nach Angioplastie und Claudicatio intermittens.

- 5 8. Arzneimittel der Formel I nach Anspruch 1 und ihre physiologisch unbedenklichen Salze als Inhibitoren des Koagulationsfaktors Xa.
9. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze zur Herstellung eines Arzneimittels.
- 10 10. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze zur Herstellung eines Arzneimittels zur Bekämpfung von Thrombosen, myocardialem Infarkt, Arteriosklerose, Entzündungen, Apoplexie, Angina pectoris, Restenose nach Angioplastie und Claudicatio intermittens.
- 15

20

25

30

35